

УДК 612.017.2:616.13-004.6

Оригинальная статья

<https://doi.org/10.21886/2219-8075-2025-16-2-123-127>

Адаптивный иммунный ответ у пациентов с кальцинозом коронарных артерий

И.Ф. Шлык¹, М.Н. Моргунов¹, М.В. Харитонов¹, Д.Ю. Беседина¹, Р.А. Ишмакова²

¹ Ростовский государственный медицинский университет, Ростов-на-Дону, Россия

² МСЧ МВД России по Ростовской области, госпиталь, Ростов-на-Дону, Россия

Контактное лицо: Ирина Федоровна Шлык, sushkinaif@mail.ru.

Аннотация. Цель: изучение и оценка состояния адаптивного иммунного ответа у пациентов с различным коронарным индексом. **Материалы и методы:** в исследовании приняли участие 62 респондента мужского пола, сопоставимых по возрасту и факторам риска атеросклероза. Из них 20 человек с коронарным атеросклерозом — соответствующие группе умеренного риска (I группа), 20 человек с коронарным атеросклерозом — соответствующие группе высокого риска (II группа) и 22 человека контрольной группы. Оценка коронарного кальция и расчёт индекса Агатстона проводили с помощью программного приложения для расчёта коронарного кальция Smart Score. Проводили фенотипирование следующих популяций CD3⁺, CD3⁺CD4⁺, CD3⁺CD8⁺ с расчётом иммуно-регуляторного индекса. Исследование В-лимфоцитов (CD19⁺) проводили с помощью проточной цитофлуориметрии с использованием соответствующих моноклональных антител. Количественное определение уровня Ig A, M, G проводили методом радиальной иммунодиффузии в геле с использованием наборов моноспецифических антисывороток, выражали в г/л. Статистический анализ результатов исследования проводили с применением программы Statistica 12.0 (StatSoft, США). **Результаты:** у пациентов с кальцинозом коронарных артерий выявлены изменения как в клеточном звене, так и в гуморальном звене адаптивного иммунитета. **Заключение:** отмеченные изменения свидетельствуют об активации цитотоксического потенциала CD8⁺ лимфоцитов и функциональной активности В-клеток, что является основой для дальнейших исследований иммунного ответа у пациентов с коронарным кальцинозом, с последующей разработкой универсального скринингового инструмента.

Ключевые слова: кальциноз коронарных артерий, адаптивный иммунный ответ, гранзим В, иммуно-регуляторный индекс, В-лимфоциты.

Финансирование. Данное исследование выполнено в рамках государственного задания по научной теме: «Иммунологические и биохимические предикторы кальциноза коронарных артерий, патогенетическое обоснование тяжести его течения и создание инструментов прогнозирования сердечно-сосудистого риска» 1023022000034-7-3.1.3;3.2.4 от 31.05.2024 утвержденная Министерством здравоохранения РФ.

Для цитирования: Шлык И.Ф., Моргунов М.Н., Харитонов М.В., Беседина Д.Ю., Ишмакова Р.А. Адаптивный иммунный ответ у пациентов с кальцинозом коронарных артерий. *Медицинский вестник Юга России*. 2025;16(2):123-127. DOI 10.21886/2219-8075-2025-16-2-123-127.

Adaptive immune response in patients with coronary artery calcification

I.F. Shlyk¹, M.N. Morgunov¹, M.V. Kharitonova¹, D.Yu. Besedina¹, R.A. Ishmakova²

¹ Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia

² MSCh of the Ministry of Internal Affairs of Russia for the Rostov Region, hospital, Rostov-on-Don, Russia

Contact person: Irina Fedorovna Shlyk, sushkinaif@mail.ru.

Annotation. Objective: to study and evaluate the state of adaptive immune response in patients with various coronary indices. **Materials and methods:** 62 male respondents of comparable age and risk factors for atherosclerosis participated in the study. Of these, 20 people with coronary atherosclerosis were in the moderate-risk group (group 1), 20 people with coronary atherosclerosis were in the high-risk group (group 2), and 22 people were in the control group. The assessment of coronary calcium and the calculation of the Agatston index were carried out using the software application for calculating coronary calcium Smart Score. The following CD3⁺, CD3⁺CD4⁺, and CD3⁺CD8⁺ populations were phenotyped with the calculation of the immunoregulatory index. B-lymphocytes (CD19⁺) were examined using flow cytometry using appropriate monoclonal antibodies. Quantitative determination of the level of Ig A, M, G was carried out by radial immunodiffusion in gel using sets of monospecific antisera, expressed in g/L. Statistical analysis of the results of the study was carried out using the Statistica 12.0 program (StatSoft, USA). **Results:** in patients with coronary artery calcification, changes were detected in both the cellular and humoral components of adaptive immunity. **Conclusion:** these changes indicate the activation of the cytotoxic potential of CD8⁺ lymphocytes and the functional activity of B cells, which is the basis for further studies of the immune response in patients with coronary calcification, followed by the development of a universal screening tool.

Keywords: coronary artery calcification, adaptive immune response, granzyme B, immunoregulatory index, B lymphocytes.

Financing. This study was performed within the framework of the state assignment on the scientific topic: "Immunological and biochemical predictors of coronary artery calcification, pathogenetic justification of the severity of its course and the creation of tools for predicting cardiovascular risk" 1023022000034-7-3.1.3; 3.2.4 dated 05/31/2024 approved by the Ministry of Health of the Russian Federation.

For citation: Shlyk I.F., Morgunov M.N., Kharitonova M.V., Besedina D.Yu., Ishmakova R.A. Adaptive immune response in patients with coronary artery calcification. *Medical Herald of the South of Russia*. 2025;16(1):123-127. DOI 10.21886/2219-8075-2025-16-1-123-127.

Введение

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) являются основной причиной смертности во всём мире, в России эта цифра составляет более 50%. При этом в структуре смертности от болезней системы кровообращения ишемическая болезнь сердца (ИБС) составляет 54,6% [1]. Основным фактором риска развития ИБС остается атеросклероз [2]. Атеросклероз — мультифакторное заболевание, характеризующееся полиэтиологичностью, где завершающей стадией развития выступает формирование атеросклеротической бляшки, с развитием локальных участков кальцификации интимы. Учитывая, что наиболее распространённой теорией возникновения атеросклероза является реакция на повреждение, с активацией первичного иммунного ответа (врожденного), а затем и приобретённого или адаптивного [3], интересным представляется изучение показателей иммунного ответа у пациентов с доказанным коронарным кальцинозом для более детального понимания участия иммунокомпетентных клеток в кальцификации коронарных артерий. Известно, что ИБС и её осложнения приводят к развитию инвалидизации населения. В связи с этим на протяжении многих десятилетий создаются различные инструменты прогнозирования фатальных осложнений ИБС, однако единого инструмента стратификации риска в настоящий момент не существует. Возможно, это связано с мультифакторностью атеросклероза, например, не только наличие факторов риска, сопутствующей патологии, но и вовлечение иммунного ответа в его прогрессирование. Стремительное развитие методов лучевой диагностики и других визуализирующих методик позволяют находить новые маркеры прогноза неблагоприятного исхода ИБС. Наибольшее распространение получил метод мультиспиральной компьютерной томографии коронарных артерий с расчётом коронарного индекса по методике Агатстона, прогнозирующий риск коронарных событий [4]. Данная методика применялась в различных рандомизированных, популяционных, наблюдательных исследованиях, например, ROBINSCA, MESA, RECALL study, Rotterdam, показавшие высокую прогностическую роль коронарного индекса, позволившего с большей точностью рассчитать риск возникновения осложнений коронарного атеросклероза [5,6,7].

Цель исследования — изучение и оценка состояния адаптивного иммунного ответа у пациентов с кальцинозом коронарных артерий в зависимости от коронарного индекса, рассчитанного при проведении СКТ коронарных артерий.

Материалы и методы

Данное исследование проводилось в ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России в рамках государственного задания Минздрава России. В исследование были включены пациенты с коронарным атеросклерозом, которым проведена мультиспиральная компьютерная томография, синхронизированная с ЭКГ, рассчитан коронарный индекс (КИ) по методике Агатстона, где низкий риск — 0–10 ЕД., умеренный риск — 11–100 ЕД., высокий риск — 101–400 ЕД., очень высокий риск — ≥ 401 ЕД [8]. Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом.

В исследовании приняли участие 62 пациента мужского пола, из них 20 человек с коронарным атеросклерозом — соответствующие группе умеренного риска (I группа), 20 человек с коронарным атеросклерозом — соответствующие группе высокого риска (группа 2) и 22 человека добровольцев (контроль), у которых нет клинических и инструментальных признаков коронарного атеросклероза по данным СКТ коронарных артерий, сопоставимых по возрасту ($55,2 \pm 1,7$; $56,9 \pm 1,3$ и $52,7 \pm 1,1$ соответственно, p мн.=0,34). Пациенты обеих групп имели следующие факторы риска атеросклероза — курение, артериальная гипертензия. Из фармакологического анамнеза — обе группы пациентов не принимали гиполипидемические препараты. Критериями исключения были сахарный диабет, онкопатология, заболевания соединительной ткани, хронические вирусные инфекции. Всеми участниками исследования было подписано добровольное информированное согласие на участие и проведение необходимых исследований. С целью рандомизации групп была проведена спиральная компьютерная томография (СКТ) коронарных артерий и аорты (спиральный компьютерный томограф Revolution EVO, GE Healthcare) пациентам, которым определены показания для этого исследования. Оценка коронарного кальция (КК) и расчёт индекса Агатстона проведены с помощью программного приложения для расчёта коронарного кальция Smart Score. Для определения количественного состава лимфоцитов с помощью метода проточной лазерной цитофлуориметрии проводили фенотипирование популяций $CD3^+$, $CD3^+CD4^+$, $CD3^+CD8^+$ с расчётом иммунорегуляторного индекса. Для исследования Гранзим В+ из периферической крови с помощью центрифугирования в градиенте плотности фиколл-верографина выделяли мононуклеарные клетки, которые пермеабилizировали Intra Prep Permeabilization Reagent (Immunotech) с последующим окрашиванием моноклональными антителами к Гранзим В (Serotec). На проточном цитофлуориметре Cytomics FC 500 (Beckman Coulter) выполняли анализ образцов. Исследование В-лимфоцитов ($CD19^+$) проводили с помощью

проточной цитофлюориметрии (Cytomics FC 500, Beckman Coulter) с использованием соответствующих моноклональных антител. Количественное определение уровня Ig A, M, G проводили методом радиальной иммунодиффузии в геле с использованием наборов моноспецифических антисывороток, содержащих антитела к тяжёлым цепям соответствующих иммуноглобулинов (ФГУП «НПО «Микроген» МЗ РФ, Россия). Результаты выражали в г/л. Для определения циркулирующих иммунных комплексов применяли метод преципитации сыворотки в полиэтиленгликоле. Учёт результатов осуществляли на спектрофотометре при длине волны 450 нм, выражали в условных единицах. Статистический анализ результатов исследования проводили с применением программы Statistica 12.0 (StatSoft, США). Показатели в группах представлены медианой с межквартильным диапазоном и средним выборочным значением со стандартной ошибкой. Нормальность распределения значений в выборках проверяли по критерию Шапиро-Уилка. Для сравнения показателей в трёх группах использовали дисперсионный анализ и критерий Краскела-Уоллиса. При попарном сравнении вводили поправку на число сравниваемых групп по Тьюки.

Результаты

Как уже упоминалось выше, для уточнения изменений в иммунном статусе респондентов, пациенты с атеросклерозом были распределены на две группы: I группа — с КИ 11–100 ЕД., II группа — с КИ 101–400 ЕД. При этом медиана (Me) КИ в I группе составила 33 ЕД., во II группе — 262 ЕД., значение $p=0,0001$, что свидетельствует о статистически значимой разнице КИ в обеих группах. При этом в группе контроля КИ составил 0 ЕД. В таблице 1 представлено проведение сравнительного анализа в группах с атеросклерозом, где отмечается значимо большее содержание относительного числа CD3⁺-лимфоцитов, но при этом I и II группы по данному

показателю между собой не различались. При оценке субпопуляций Т-лимфоцитов не выявлено статистически значимых изменений в содержании CD3⁺CD4⁺ и CD3⁺CD8⁺ лимфоцитов, что закономерным образом не привело к изменению иммуно-регуляторного индекса ни в сравнении групп между собой, ни в сравнении с группой контроля. Однако обращает внимание повышение цитотоксического потенциала CD3⁺CD8⁺ лимфоцитов во II группе по сравнению с группой контроля и с I группой.

При проведении сопоставительного анализа показателей гуморального звена адаптивного иммунитета повышение относительного содержания субпопуляции В-лимфоцитов отмечено во II группе по сравнению с группой контроля и I группой, в то время как в I группе наблюдается лишь тенденция к увеличению, не достигая статистической значимости. Функциональная активность CD19⁺ лимфоцитов проявлялась в гиперглобулинемии класса А в обеих группах пациентов с атеросклерозом, при этом значимо содержание данного иммуноглобулина между I и II группой не различались. Не выявлено различий в исследуемых группах по содержанию иммуноглобулинов классов М, G и циркулирующих иммунных комплексов (табл. 2).

Обсуждение

Необходимо отметить, что развитие кальцификации коронарных артерий связано с прогрессированием атеросклероза, в связи с чем отмечается преимущественно интимальное отложение кальция с вовлечением воспалительных клеток иммунного ответа. Под действием цитокинов происходит дальнейшая фенотипическая модуляция гладко-мышечных клеток в хондроцитоподобные клетки, что приводит к формированию участков кальцификации в атеросклеротически измененных артериях [9]. Данные, полученные нами при оценке клеточного состава адаптивного иммунитета, сопоставимы с результатами авторов Farias-Itao D. и соавт., показавшими большее

Таблица / Table 1

Показатели клеточного звена адаптивного иммунного ответа у пациентов с кальцинозом коронарных артерий и в группе контроля
Indicators of the cellular component of the adaptive immune response in patients with coronary artery calcification and in the control group

Показатель <i>Indicator</i>	Группа контроля <i>Control group</i> (n=22)	I группа <i>Group 1</i> (n=20)	II группа <i>Group 2</i> (n=20)	p
CD3 ⁺ , %	66,0±0,66 / 66,0 [65,0;68,0]	72,0±2,1 / 73,5 [69,0;77,0]	74,2±1,52 / 75,5 [73,0;76,0]	* 0,02 / ^ 0,001 / “ 0,55
CD3 ⁺ , 109/л / CD3 ⁺ , 109/l	1,1±0,05 / 1,15 [0,9;1,2]	1,82±0,34 / 1,45 [1,0;2,2]	1,62±0,16 / 1,63 [1,13;1,97]	* 0,04 / ^ 0,19 / “ 0,76
CD3 ⁺ CD4 ⁺ , %	40,64±0,27 / 41,0 [40,0;41,0]	46,4±1,82 / 47,5 [46,0;56,0]	44,71±1,47 / 42,0 [40,0;49,0]	* 0,26 / ^ 0,06 / “ 0,79
CD3 ⁺ CD4 ⁺ , 109/л / CD3 ⁺ CD4 ⁺ , 109/l	0,73±0,03 / 0,7 [0,6;0,8]	0,96±0,12 / 0,75 [0,7;1,5]	1,03±0,12 / 0,95 [0,75;1,4]	* 0,22 / ^ 0,07 / “ 0,83
CD3 ⁺ CD8 ⁺ , %	25,00±0,74 / 25,5 [22,0;28,0]	25,6±2,62 / 22,5 [21,0;29,0]	25,8±2,69 / 24,5 [20,0;30,0]	* 0,97 / ^ 0,96 / “ 0,99
CD3 ⁺ CD8 ⁺ , 109/л / CD3 ⁺ CD8 ⁺ , 109/l	0,36±0,02 / 0,36 [0,3;0,4]	0,54±0,09 / 0,4 [0,3;0,8]	0,55±0,08 / 0,5 [0,37;0,8]	* 0,14 / ^ 0,11 / “ 0,99
CD8 ⁺ Gr ⁺ , %	8,29±0,57 / 8,5 [6,0;10,0]	12,4±1,33 / 10,0 [9,0;15,0]	19,6±2,18 / 16,5 [12,0;26,0]	* 0,37 / ^ 0,002 / “ 0,049
CD8 ⁺ Gr ⁺ , 109/л / CD3 ⁺ CD8 ⁺ , 109/l	0,08±0,01 / 0,08 [0,05;0,1]	0,23±0,07 / 0,18 [0,09;0,3]	0,47±0,04 / 0,22 [0,18;0,79]	* 0,43 / ^ 0,009 / “ 0,048
ИРИ / (IRI)	1,68±0,05 / 1,7 [1,5;1,8]	2,0±0,27 / 2,05 [1,6;2,8]	2,13±0,29 / 2,1 [1,5;3,0]	* 0,55 / ^ 0,31 / “ 0,9

Примечание: * значение p, полученное при сравнении группы контроля и I группы; ^ значение p, полученное при сравнении группы контроля и II группы; “ значение p, полученное при сравнении I группы и II группы.

Note: * the p-value obtained by comparing the control group and group 1; ^ the p-value obtained by comparing the control group and group 2; “ the p-value obtained by comparing group 1 and group 2

Таблица / Table 2

Показатели гуморального звена адаптивного иммунного ответа у пациентов с кальцинозом коронарных артерий и в группе контроля
Indicators of the humoral component of the adaptive immune response in patients with coronary artery calcification and in the control group

Показатель <i>Indicator</i>	Группа контроля <i>Control group</i> (n=22)	I группа <i>Group 1</i> (n=20)	II группа <i>Group 2</i> (n=20)	p
CD19 ⁺ , %	8,64±0,4 8,5 [8,0;10,0]	9,7±1,19 10,0 [7,0;11,0]	14,4±1,78 11,5 [9,8;16,0]	* 0,8 / ^ 0,05 / “ 0,26
CD19 ⁺ , 109/л / CD19 ⁺ , 109/l	0,16±0,02 0,2 [0,1;0,2]	0,16±0,03 0,14 [0,1;0,19]	0,25±0,04 0,25 [0,13;0,28]	* 0,99 / ^ 0,13 / “ 0,1
IgA г/л / IgA g/l	1,6±0,06 1,65 [1,37;1,8]	2,26±0,01 2,25 [2,0;2,63]	2,27±0,07 2,23 [1,9;2,83]	* 0,0001 / ^ 0,002 / “ 0,28
IgM г/л / IgM g/l	1,31±0,08 1,17 [1,12;1,6]	1,18±0,11 1,14 [0,92;1,5]	1,24±0,06 1,2 [1,11;1,38]	* 0,53 / ^ 0,83 / “ 0,87
IgG г/л / Ig G g/l	10,88±0,23 10,6 [10,68;11,5]	11,73±0,39 11,63 [11,23;12,9]	11,74±0,27 11,35 [11,1;12,3]	* 0,14 / ^ 0,14 / “ 0,99
ЦИК, у.е. / CIC, с.у.	58,71±1,75 60,0 [59,0;62,0]	57,9±5,47 54,0 [46,0;77,0]	53,2±4,98 55,0 [46,0;59,0]	* 0,98 / ^ 0,62 / “ 0,71

Примечание: * значение p, полученное при сравнении группы контроля и I группы; ^ значение p, полученное при сравнении группы контроля и II группы; “ значение p, полученное при сравнении I группы и II группы.

Note: * the p-value obtained by comparing the control group and group 1; ^ the p-value obtained by comparing the control group and group 2; “ the p-value obtained by comparing group 1 and group 2

содержание CD3⁺ лимфоцитов у пациентов с атеросклерозом. Причём, чем более выраженным был атеросклероз, тем большее содержание клеток было отмечено в зоне коронарного кальциноза [10]. Авторами также регистрировалось большее содержание CD8⁺ лимфоцитов и отсутствие колебаний в содержании CD4⁺ лимфоцитов. В нашем исследовании мы не отметили повышения содержания CD8⁺ лимфоцитов, что, возможно, связано с определением их в циркулирующей крови, а не в местах формирования атеросклеротической бляшки. Но при этом чётко отмечается поляризация CD8⁺ лимфоцитов по цитотоксическому типу, о чём свидетельствует большее содержание внутриклеточного гранзима В. Данный факт отражается и в работах других авторов, что при коронарном кальцинозе может иметь прогностическое значение [11]. Повышенный уровень CD3⁺ лимфоцитов, без существенного изменения CD4⁺ и CD8⁺ субпопуляций является неоднозначным, и может свидетельствовать о перераспределении клеток в тканях и системном кровотоке.

При анализе гуморального звена выявленное повышение В-лимфоцитов и гиперпродукция иммуноглобулина А, возможно, ассоциировано с более тяжёлым коронарным кальцинозом, что находит отражение и в Роттердамском исследовании, в котором приняли участие более 8 тыс. пациентов, где повышенный уровень иммуноглобулина А был напрямую связан с коронарным кальцинозом, высоким сердечно-сосудистым риском и наибольшие его значения наблюдались с КИ более 400 ЕД [12].

Заключение

Таким образом, выявленные изменения в адаптивном иммунном ответе у пациентов с коронарным кальцинозом свидетельствуют о его активации, в частности цитотоксического потенциала и функциональной активности В-клеток, что является основой для дальнейших исследований иммунного ответа с разработкой универсального скринингового инструмента.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Богачевская С.А., Киселев С.Н. Анализ сердечно-сосудистой смертности в России и ДФО в рамках реализации федеральных и региональных программ «Борьба с сердечно-сосудистыми заболеваниями»: целевые показатели, прогноз и факты. Дальневосточный медицинский журнал. 2024;(1):44-50. Bogachevskaya S.A., Kiselev S.N. Analysis of cardiovascular mortality in Russia and the Far Eastern district in the framework of the implementation of the federal and regional programs «Fight against cardiovascular diseases»: targets, prognosis and facts. Far Eastern medical journal. 2024;(1):44-50. (In Russ.) <http://doi.org/10.35177/1994-5191-2024-1-8>
2. Журавлев К.Н., Васильева Е.Ю., Сеницын В.Е., Шпектор А.В. Кальциевый индекс как скрининговый метод диагностики сердечно-сосудистых заболеваний. Российский кардиологический журнал. 2019;(12):153-161. Zhuravlev K.N., Vasilieva E.Yu., Sinityn V.E., Spector A.V. Calcium score as a screening method for cardiovascular disease diagnosis. Russian Journal of Cardiology. 2019;(12):153-161. (In Russ.) <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2019-12-153-161>
3. Miteva K, Madonna R, De Caterina R, Van Linthout S. Innate and adaptive immunity in atherosclerosis. Vascul Pharmacol. 2018;S1537-1891(17)30464-0. <https://doi.org/10.1016/j.vph.2018.04.006>. Epub ahead of print.
4. Agatston AS, Janowitz WR, Hildner FJ, Zusmer NR, Viamonte M Jr, Detrano R. Quantification of coronary artery calcium using ultrafast computed tomography. J Am Coll Cardiol. 1990;15(4):827-832. [https://doi.org/10.1016/0735-1097\(90\)90282-t](https://doi.org/10.1016/0735-1097(90)90282-t)
5. Detrano R, Guerci AD, Carr JJ, Bild DE, Burke G, et al. Coronary calcium as a predictor of coronary events in four racial or ethnic groups. N Engl J Med. 2008;358(13):1336-1345. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa072100>
6. Erbel R, Möhlenkamp S, Moebs S, Schmermund A,

- Lehmann N, et al. Coronary risk stratification, discrimination, and reclassification improvement based on quantification of subclinical coronary atherosclerosis: the Heinz Nixdorf Recall study. *J Am Coll Cardiol.* 2010;56(17):1397-1406. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2010.06.030>
7. Elias-Smale SE, Proença RV, Koller MT, Kavousi M, van Rooij FJ, et al. Coronary calcium score improves classification of coronary heart disease risk in the elderly: the Rotterdam study. *J Am Coll Cardiol.* 2010;56(17):1407-1414. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2010.06.029>
8. Сафарян А.С., Выгодин В.А., Небиеридзе Д.В., Никонова К.В. Сопоставимость оценки сердечно-сосудистого риска согласно шкале SCORE и по кальциевому индексу коронарных артерий (индекс Агатстона). Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2023;22(9):3650. Safaryan A.S., Vygodin V.A., Nebieridze D.V., Nikonova K.V. Comparability of cardiovascular risk assessment according to the SCORE and the coronary artery calcium score (Agatston score). *Cardiovascular Therapy and Prevention.* 2023;22(9):3650. (In Russ.) <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2023-3650>
9. Onnis C, Virmani R, Kawai K, Nardi V, Lerman A, et al. Coronary Artery Calcification: Current Concepts and Clinical Implications. *Circulation.* 2024;149(3):251-266. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.123.065657>
10. Farias-Itao DS, Pasqualucci CA, Nishizawa A, da Silva LFF, Campos FM, et al. B Lymphocytes and Macrophages in the Perivascular Adipose Tissue Are Associated With Coronary Atherosclerosis: An Autopsy Study. *J Am Heart Assoc.* 2019;8(24):e013793. <https://doi.org/10.1161/JAHA.119.013793>
11. He C, Kim HI, Park J, Guo J, Huang W. The role of immune cells in different stages of atherosclerosis. *Int J Med Sci.* 2024;21(6):1129-1143. <https://doi.org/10.7150/ijms.94570>
12. Khan SR, Dalm VASH, Ikram MK, Peeters RP, van Hagen PM, et al. The Association of Serum Immunoglobulins with Risk of Cardiovascular Disease and Mortality: the Rotterdam Study. *J Clin Immunol.* 2023;43(4):769-779. <https://doi.org/10.1007/s10875-023-01433-7>

Информация об авторах

Ирина Федоровна Шлык, д.м.н., доцент, заведующий кафедрой поликлинической и неотложной терапии Ростовский государственный медицинский университет, Ростов-на-Дону, Россия; <https://orcid.org/0000-0003-2193-7372>, sushkinaif@mail.ru

Мария Владимировна Харитоновна, к.м.н., заведующая лабораторией клинической иммунологии и аллергологии, Ростовский государственный медицинский университет, Ростов-на-Дону, Россия; <https://orcid.org/0000-0003-0806-6437>, mari.kharitonova.80@mail.ru

Максим Николаевич Моргунов, к.м.н., доцент кафедры ультразвуковой диагностики, Ростовский государственный медицинский университет, Ростов-на-Дону, Россия. <https://orcid.org/0000-0002-6238-9782>.

Дарья Юрьевна Беседина, ассистент кафедры поликлинической терапии, Ростовский государственный медицинский университет, Ростов-на-Дону, Россия, <https://orcid.org/0000-0003-1396-627X>, besedinad@icloud.com,

Римма Абдуловна Ишмакова, к.м.н., заведующая 1 терапевтическим отделением, Федеральное казенное учреждение здравоохранения «МСЧ МВД России по Ростовской области», госпиталь, г. Ростов-на-Дону, Россия.

Вклад авторов

И.Ф. Шлык — разработка структуры статьи, написание текста рукописи;

М.В. Харитоновна, М.Н. Моргунов, Р.А. Ишмакова — обзор и анализ публикаций по теме статьи;

Д.Ю. Беседина — подготовка рукописи к подаче в журнал.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about the authors

Irina F. Shlyk, Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Department of Polyclinic and Emergency Therapy, Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-2193-7372>, sushkinaif@mail.ru

Maria V. Kharitonova, Cand. Sci. (Med.), Head of the Laboratory of Clinical Immunology and Allergology, Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-0806-6437>, mari.kharitonova.80@mail.ru

Maxim N. Morgunov, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor at the Diagnostic Ultrasound Department, Rostov State Medical University (Rostov-on-Don, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-6238-9782>.

Daria Yu. Besedina, Assistant, Department of Polyclinic Therapy, Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia, <https://orcid.org/0000-0003-1396-627X>, besedinad@icloud.com,

Rimma Abdulovna Ishmakova, Cand. Sci. (Med.), Head of the 1st Therapeutic Department, Federal State-owned Healthcare Institution "MSH of the Ministry of Internal Affairs of Russia in the Rostov region", hospital, Rostov-on-Don, Russia. <https://orcid.org/0000-0003-0445-4926>.

Authors' contribution

I.F. Shlyk — development of the structure of the article, writing the text of the manuscript;

M.V. Kharitonova, M.N. Morgunov, R. A. Ishmakova — review and analysis of publications on the topic of the article;

D.Yu. Besedina — preparing the manuscript for submission to the journal.

Conflict of interest

Authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию / Received: 07.02.2025

Доработана после рецензирования / Revised: 21.04.2025

Принята к публикации / Accepted: 07.05.2025